

**Resistive film pressure or force sensor for indicating occupation of vehicle seat - has conductive paths for providing series of meandering interdigitated local area transducer electrodes on polymer and semiconductor substrate.**

**Patent number:** DE4237072  
**Publication date:** 1993-12-02  
**Inventor:** MICKELER REINHOLD DIPL ING (DE); PETRI VOLKER DIPL ING (DE); WETZEL GUIDO DIPL ING (DE); SERBAN BOGDAN DIPL ING (LU); WITTE MICHEL DIPL ING (LU)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE); INTERLINK ELECTRONICS EUROP EC (LU)  
**Classification:**  
**- international:** *B60N2/00; G01L1/20; G01L5/00; G01L5/22; H01H13/785; B60R21/01; B60R21/015; H01H3/14; B60N2/00; G01L1/20; G01L5/00; G01L5/22; H01H13/70; B60R21/01; B60R21/015; H01H3/02; (IPC1-7): G01L1/20; B60N2/44*  
**- european:** H01H13/785; B60N2/00C; G01L1/20B; G01L5/00M8B; G01L5/22K2  
**Application number:** DE19924237072 19921103  
**Priority number(s):** DE19924237072 19921103

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE4237072**

The pressure sensor exhibits an electrical characteristic which decreases when the applied normal force increases. It comprises two laminated polymer layers respectively incorporating a semiconductor material and two conductor paths providing a pair of interdigitated meander-formed electrodes and associated electrical leads. Pref. a number of pressure sensor elements (1.1-1.4) are connected in series, so that the pressure sensitive resistances provided between their interdigitated electrodes are connected in parallel. ADVANTAGE - Allows self-testing using resistance measurement to detect short-circuit or conductor path breakage points in vehicle having air bag actuators.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK**  
**DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES**  
**PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 42 37 072 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 L 1/20**  
B 60 N 2/44

②① Aktenzeichen: P 42 37 072.8-52  
②② Anmeldetag: 3. 11. 92  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 12. 93

**DE 42 37 072 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE; Interlink Electronics Europe, Echternach, LU

⑦④ **Vertreter:**

Wittner, W., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 73630 Remshalden

⑦② **Erfinder:**

Mickeler, Reinhold, Dipl.-Ing., 7031 Altdorf, DE;  
Petri, Volker, Dipl.-Ing., 7042 Aidlingen, DE; Wetzel,  
Guido, Dipl.-Ing., 7030 Böblingen, DE; Serban,  
Bogdan, Dipl.-Ing., Soleuvre, LU; Witte, Michel,  
Dipl.-Ing., Bertrange, LU

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:**

DE 30 44 384 A1  
US 50 10 774

DE-Prospekt: Firma Interlink Electronics  
Europe 7/90;

⑤④ **Resistiver Foliendrucksensor**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Foliendrucksensor, insbesondere zur Sitzbelegungserkennung für einen Fahrzeugsitz (Sensormatte). Der Foliendrucksensor besteht aus zwei zusammenlamierten Polymerlagen, wobei die eine Polymerlage mit einem Halbleitermaterial und die andere mit zwei Leiterbahnen beschichtet ist, welche innerhalb eines räumlich abgegrenzten drucksensitiven Bereiches zu kammartigen, interdigitierend angeordneten Elektroden ausgebildet sind. Nachteilig an der bekannten Ausführung ist, daß eine funktionseinschränkende Leiterbahnunterbrechung nicht mit einfachen Mitteln aufgespürt werden kann. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Elektroden als durchgehende, verzweigungsfreie Leiterbahnen auszuführen, wobei die kammartige Struktur der Elektroden durch eine mäandrierende Leitungsführung der Leiterbahnen erreicht wird. Damit kann mittels einer einfachen Widerstandsmessung zwischen beidseitigen Anschlußpunkten einer Elektrode überprüft werden, ob die Leiterbahn unterbrochen ist.

**E 42 37 072 C 1**

Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Foliendrucksensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bereits ein gattungsgemäßer druckempfindlicher Widerstand in Form eines Foliendruckensors bekannt, der serienmäßig gefertigt und in verschiedenen Varianten in vielen Bereichen, insbesondere auch in der Automobilindustrie eingesetzt wird. Dieser Foliendrucksensor ist auch unter dem eingetragenen Warenzeichen FSR bekannt, was die Abkürzung für "Force Sensing Resistor" ist.

Ein solcher Foliendrucksensor besteht aus zwei Polymerlagen, die zusammenlaminiert wurden, wobei die eine Lage mit einem Halbleitermaterial und die andere mit zwei interdigitierenden kammartigen Elektroden beschichtet ist. Die kammartige Struktur der Elektroden wird durch dünne Leiterbahnen realisiert, die als Stichleitungen von einem Hauptstrang abzweigen, der über eine Verbindungsleitung mit einem Anschlußpunkt verbunden ist. Wird der Foliendrucksensor mit Druck belastet, schaltet das Halbleitermaterial die Kontaktfinger der Elektroden mehr oder weniger parallel, worauf der elektrische Widerstand zwischen den Elektroden abnimmt. Zwischen den beiden Anschlußpunkten liegt damit ein Widerstand (FSR) an, der mit zunehmender Druckkraft abnimmt und abhängig davon in einem Bereich von ungefähr drei Zehnerpotenzen variiert.

Ein ähnlicher druckabhängiger Analogwandler oder Schalter, welcher ebenfalls eine Halbleiterschicht und kammartige Elektroden verwendet, ist auch aus der DE 30 44 384 A1 bekannt und wird dort in einer Anwendung auf elektronische Musikinstrumente beschrieben. Weiterhin ist aus der US 5 010 774 ein Drucksensor bekannt, der sich aus einer Vielzahl von Sensorelementen zusammensetzt und auch zur Sitzbelegungserkennung angewendet wird. Auch hier weisen die einzelnen Sensorelemente eine kammartige Elektrodenstruktur auf.

Für sicherheitskritische Anwendung, wie zum Beispiel der Airbagauslösung in Kraftfahrzeugen, müssen die beteiligten Sensoren regelmäßig auf ihre Funktion überprüft werden. Das geschieht automatisch, beispielsweise in einem Selbsttest nach jedem Einschalten des Bordnetzes des Fahrzeugs.

Bei den bisher bekannten Foliendrucksensoren ergeben sich Nachteile dahingehend, daß deren Funktionsfähigkeit nur ungenügend oder nur unter großem Aufwand überprüft werden kann. So kann zwar durch Messung des Widerstandes zwischen den beiden Anschlußkontakten des Foliendruckensors ein Kurzschluß oder eine Unterbrechung in einer Verbindungsleitung leicht erkannt werden, eine Leitungsunterbrechung im Bereich der interdigitierenden Elektroden beeinflusst aber lediglich die Drucksensitivität und könnte nur unter großem Aufwand mit Kenntnis der eingepprägten äußeren Kraft aus einer Abweichung vom Kennlinienverhalten ermittelt werden. Andererseits kann eine Einbuße an Drucksensitivität bei sicherheitskritischen Anwendungen nicht toleriert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Foliendrucksensor so auszubilden, daß eine einfache und zuverlässige Überprüfung der Leiterbahnen sowohl der Verbindungsleitungen als auch der kammartig ausgebildeten Elektroden ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

In vorteilhafter Weise gestattet der erfindungsgemäße Foliendrucksensor, daß durch Widerstandsmessung zwischen zwei von den insgesamt vier Anschlußkontakten die Leiterbahnen auf ihrer gesamten Länge, wobei der Bereich der Elektroden eingeschlossen ist, auf eine Leitungsunterbrechung bzw. Kurzschluß hin überprüft werden können. Aufgrund der verzweigungsfreien Ausführung der Kammstruktur der Elektroden wird eine Unterbrechung an beliebiger Stelle bei einem Selbsttest erkannt.

Besondere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors,

Fig. 3 eine Beschaltung des erfindungsgemäßen Foliendruckensors zwecks einer vereinfachten Funktionsprüfung,

Fig. 4a eine Ausführung eines erfindungsgemäßen Foliendruckensors als Sensormatte für einen Fahrzeugsitz,

Fig. 4b einen Fahrzeugsitz.

Die Darstellung der Foliendrucksensoren in den Fig. 1 bis 4a beschränkt sich auf die Leitungsführung der Leiterbahnen, unter Verzicht auf eine Wiedergabe der das Trägersubstrat bildenden Polymerlage und der Halbleiterschicht im Bereich der interdigitierenden Elektroden.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Foliendrucksensor dargestellt, bestehend aus einem einzigen Sensorelement 1 mit vier Anschlußpunkten A, B, C, D. Von dem Anschlußpunkt A erstreckt sich eine durchgehende Leiterbahn 2 zum Anschlußpunkt C, ebenso eine Leiterbahn 3 von B nach D. Im drucksensitiven Bereich des Sensorelementes 1 nehmen die Leiterbahnen 2, 3 einen mäandrierenden Verlauf, wobei die so gebildeten kammartigen Strukturen der beiden Leiterbahnen 2, 3 ineinandergreifen, was den interdigitierenden Elektroden der bekannten Ausführungsformen entspricht.

In diesem wie in den folgenden Ausführungsbeispielen füllt der drucksensitive Bereich eines Sensorelementes 1 eine kreisförmige Grundfläche aus, im Vorgriff auf die Verwendung beim Aufbau einer Sensormatte zur Sitzbelegungserkennung. Ohne weiteres sind jedoch auch andere geometrische Formen für die Grundfläche des drucksensitiven Bereiches denkbar.

In Bezug auf die bekannten Foliendrucksensoren ist der erfindungsgemäße voll abwärtskompatibel, da die Anschlußpunkte A, B des erfindungsgemäßen Foliendruckensors in Fig. 1 den beiden Anschlüssen der bekannten Ausführungen entsprechen.

Die Funktionsprüfung des Foliendruckensors geschieht wie folgt: Bei einer Prüfung auf Kurzschluß zwischen den beiden Leiterbahnen 2, 3 wird mit einer Widerstandsmessung zwischen den Anschlußpunkten A und B oder C und D der druckabhängige Widerstand (FSR) zwischen den Leiterbahnen 2 und 3 gemessen. Wie bisher weist eine Unterschreitung einer bestimmten unteren Schranke auf einen Kurzschluß zwischen den Leiterbahnen 2 und 3 hin. Da die Leiterbahnen 2 und 3 einen definierten Widerstand besitzen, deutet ein abweichendes Ergebnis einer Widerstandsmessung zwischen

schen den Anschlußpunkten A und C bzw. B und D auf eine Störung hin. Wird ein deutlich erhöhter Widerstandswert gemessen, so ist dies ein Hinweis auf eine Leitungsunterbrechung, während eine Erniedrigung auf einen Kurzschluß zwischen verschiedenen Abschnitten einer Leiterbahn schließen läßt.

Die Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, welches in einer Aneinanderreihung von einzelnen Sensorelementen des Typs des vorangehenden Ausführungsbeispiels besteht. Zwei aufeinanderfolgende Sensorelemente 1, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, werden in der Weise vernetzt, daß die Anschlußkontakte C und D des einen Sensorelementes mit den Anschlüssen A und B eines nachfolgenden Sensorelementes verbunden sind. Damit ergeben sich in Fig. 2 zwei durchgehende, verzweigungsfreie Leiterbahnen 4 und 5, bei denen die elektronischen kammartigen Leiterbahnabschnitte der einzelnen Sensorelemente in Reihe geschaltet sind, während die jeweils zwischen zwei gegenüberliegenden elektronischen Leiterbahnabschnitten anliegenden drucksensitiven Widerstände (FSR) parallel geschaltet sind.

In gleicher Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann durch Messung des Widerstandes zwischen zwei der vier Anschlußpunkte A, B, C, D der Folien-drucksensor in Fig. 2 überprüft werden. Darüberhinaus ist es möglich, aus den gemessenen Widerstandswerten, eine Leitungsunterbrechung ungefähr zu lokalisieren, sofern die Einzelwiderstände der Sensorelemente 1.1 bis 1.4 unter gleichen äußeren Bedingungen bekannt sind. Wenn beispielsweise die eine Leitungsbahn 4 zwischen den Sensorelementen 1.3 und 1.4 unterbrochen ist, ergibt sich der gemessene Widerstand zwischen den Anschlußpunkten A und B aus der Parallelschaltung der drei Widerstände der Sensorelemente 1.1, 1.2, 1.3 und der gemessene Widerstand zwischen den Anschlußpunkten C und D allein aus dem Widerstand des Sensorelementes 1.4. Umgekehrt kann auch zu jedem gemessenen Widerstand zwischen den Anschlußpunkten A und B sowie C und D die entsprechende Fehlerdiagnose gestellt werden.

Fig. 3 zeigt einen Folien-drucksensor, bei dem die Anschlußpunkte C und D über einer Diode 8 für eine Stromrichtung leitend verbunden sind. Mit einer umpolbaren Prüfspannung ( $> 0.7$  V) an den Anschlußpunkten A und B kann unter einer Polarität, bei der die Diode 8 leitet, der Gesamtleitungswiderstand der Leiterbahnen 6 und 7 gemessen werden und auf eventuelle Störungen analysiert werden. Ist durch die Polung der Prüfspannung die Diode 8 gesperrt, so erfolgt die Messung der parallelgeschalteten drucksensitiven FSR-Widerstände. In vorteilhafter Weise kann die Diode 8 auf dem nicht dargestellten Folienträger integriert werden, wodurch zwei Anschlußleitungen eingespart werden.

In Fig. 4a ist ein Folien-drucksensor dargestellt, welcher als Sensormatte 9 zur Sitzbelegungserkennung für einen Fahrzeugsitz ausgestaltet ist. Innerhalb der Sitzkontur 10 befinden sich auf einem gemeinsamen Folienträger 11 eine Reihe von Sensorelementen 12 vom gleichen Typ wie das Sensorelement 1 in Fig. 1, wobei die Sensorelemente 12 nach dem Prinzip des Ausführungsbeispiels in Fig. 2 vernetzt sind.

Um eine durchgehende, verzweigungsfreie Leitungsführung zu erhalten, bei einer möglichst gleichmäßigen Verteilung der Sensorelemente 12 über die gesamte Sitzfläche, sind die Sensorelemente 12 entlang einer in Schleifen geführten Doppelringleitung 13 angeordnet, wobei jeweils mehrere Sensorelemente 12 in Form von

stegartig in die Sitzfläche hineinragenden Sensorgruppen zusammengefaßt sind.

Im mittleren Sitzbereich 11 muß der Einsatz von Kindersitzen mit einer sehr kleinen spezifischen Flächenbelastung berücksichtigt werden, weshalb die Sensorelemente 12 in kürzeren Abständen zueinander angeordnet sind als in dem vorderen Sitzbereich IV und dem Bereich der Seitenbacken I und III.

Aufgrund der nach oben gewölbten Struktur der Seitenbacken I und III treten durch das Bespannen Torsionskräfte auf. Da diese nicht auf das Sensorelement übertragen werden dürfen, wäre das Sensorelement 12 idealerweise punktförmig zu gestalten.

Andererseits müssen die Sensorelemente 12 auch so groß sein, daß eine ausreichende Empfindlichkeit in normaler Richtung bei Sitzbelegung sichergestellt ist. In der Praxis hat sich ein kreisförmiges Sensorelement 12 mit einem Durchmesser von ungefähr 10 mm bewährt.

Anfang und Ende der Doppelringleitung 13 sind mit Anschlußkontakten 14 verbunden, welche von oben nach unten betrachtet den Anschlußpunkten A, B, C, D des Ausführungsbeispiels der Fig. 2 entsprechen.

Eine Widerstandsmessung zwischen den Anschlußpunkten A und B bzw. 3 und 4 ergibt die Aussage "Sitz belegt" oder "Sitz unbelegt", wobei der Dynamikumfang der Sensormatte zwischen 500 Ohm und 30 MOhm liegt. Widerstände unterhalb von ca. 500 Ohm deuten auf einen Kurzschluß zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden oder zwischen zwei Verbindungsleitungen hin und lassen sich somit als Fehler diagnostizieren. Daneben können auch Fehler, die auf eine Unterbrechung der Leiterbahnen beruhen, wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen durch Widerstandsmessungen zwischen den Kontakten A und C sowie B und D aufgespürt werden. Damit ist die Sensormatte 9 auf alle Fehlerzustände eindeutig prüfbar. Bei einer Fehlermeldung können von einem übergeordneten Steuergerät Maßnahmen getroffen werden, das Sicherheitssystem in einen sicheren Betriebszustand zuschalten, z. B. eine von der Sitzbelegung unabhängige Auslösung eines Beifahrer-Airbags.

Die vom Folienträger 11 nicht ausgefüllten großen Freiflächen lassen einen ausreichenden Luft- und Feuchtigkeitsaustausch zwischen der Sitzoberfläche und der Sitzunterseite zu und ermöglichen dadurch ein angenehmes Sitzklima.

Die Fig. 4b zeigt einen Querschnitt durch das Sitzpolster des Fahrzeugsitzes. Die Sensormatte kann a) zwischen dem Bezug 15 und der Gummihaarmatte 16, b) innerhalb der Gummihaarmatte 16, c) zwischen der Gummihaarmatte 16 und dem Federrahmen 17 oder d) unmittelbar oberhalb der Sitzschale 18 angeordnet werden.

Aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit kann die Sensormatte 9 innerhalb des Sitzes deutlich unterhalb der Sitzoberfläche und somit unterhalb einer eventuell vorgesehenen Sitzheizung angeordnet werden. Dies ermöglicht, die Sitzheizung möglichst weit oben an der Sitzoberfläche anzuordnen, um den Insassen schnell erwärmen zu können.

#### Patentansprüche

1. Resistiver Folien-drucksensor, insbesondere zur Sitzbelegungserkennung bei einem Fahrzeugsitz, dessen elektrischer Widerstand mit zunehmender Normalkraft auf die Folienoberfläche abnimmt, bestehend aus zwei zusammenlaminierten Polymerla-

gen, wobei die eine Polymerlage mit einem Halbleit-  
termaterial und die andere mit zwei Leiterbahnen  
beschichtet ist, welche von Anschlußpunkten aus-  
gehend Verbindungsleitungen bilden zu einem  
räumlich abgegrenzten drucksensitiven Sensorele- 5  
ment, wo die Leiterbahnen zu kammartigen, inter-  
digitierend angeordneten Elektroden ausgebildet  
sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbin-  
dungsleitungen und die Elektroden als durchgehen-  
de, verzweigungsfreie Leiterbahnen (2, 3) ausge- 10  
führt sind, wobei die kammartige Struktur der  
Elektroden durch eine mäandrierende Leitungsfüh-  
rung der Leiterbahnen (2, 3) erreicht wird, mit ei-  
nem Anschlußpunkt am Anfang (A; B) und Ende (C;  
D) jeder Leiterbahn für einen beidseitigen An- 15  
schluß der Elektroden.

2. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensorele-  
mente (1.1—1.4) in der Weise vernetzt sind, daß das  
Leiterbahnenpaar eines Sensorelementes mit dem 20  
Leiterbahnenpaar eines folgenden Sensorelemen-  
tes in Reihe geschaltet ist, wodurch die zwischen  
den interdigitierenden Elektroden eines Sensorele-  
mentes anliegenden drucksensitiven Widerstände  
parallel geschaltet sind. 25

3. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Foliendrucksen-  
sor als Sensormatte (9) zur Sitzbelegungserken-  
nung, insbesondere bei Fahrzeugsitzen, ausgebildet  
ist, wobei 30

- die einzelnen Sensorelemente (12) kreisförmig, mit einem Durchmesser von ungefähr 10 mm ausgeführt sind,
- die Sensorelemente (12) mit den Verbindungsleitungen eine mäandrierende Doppel- 35  
ringleitung (13) bilden, zur flächendeckenden  
Verteilung der Sensorelemente (12) auf der  
Sensormatte (9),
- im mittleren Sitzbereich (11) die Sensorele-  
mente (12) in stegförmig in den Sitzbereich 40  
hineinragende Sensorgruppen zusammenge-  
faßt sind, mit kleineren gegenseitigen Abständen  
der Sensorelemente (12) zueinander als in  
den anderen Sitzbereichen, zur Erzielung einer  
größeren Empfindlichkeit. 45

4. Resistiver Foliendrucksensor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Enden (C, D) der  
beiden Leiterbahnen (6, 7) über eine Diode (8) mit-  
einander verbunden sind. 50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

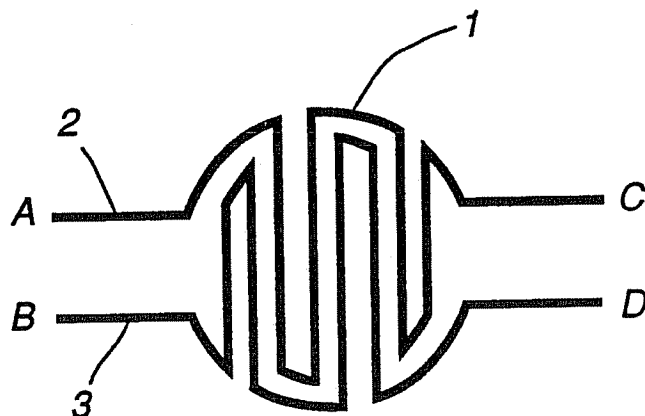


Fig. 2

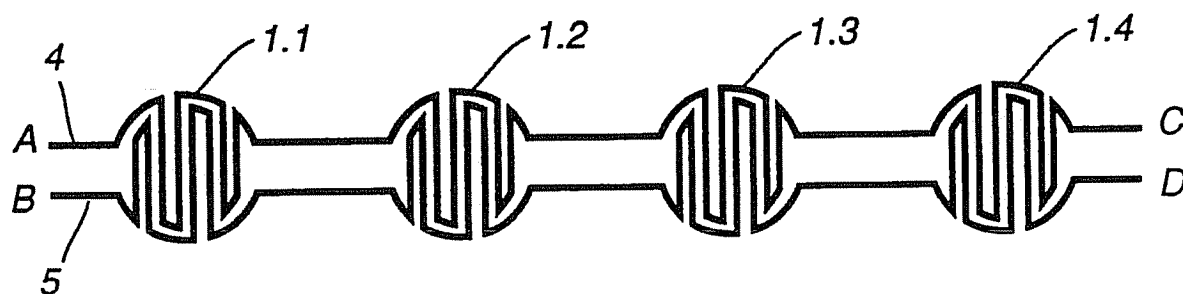


Fig. 3

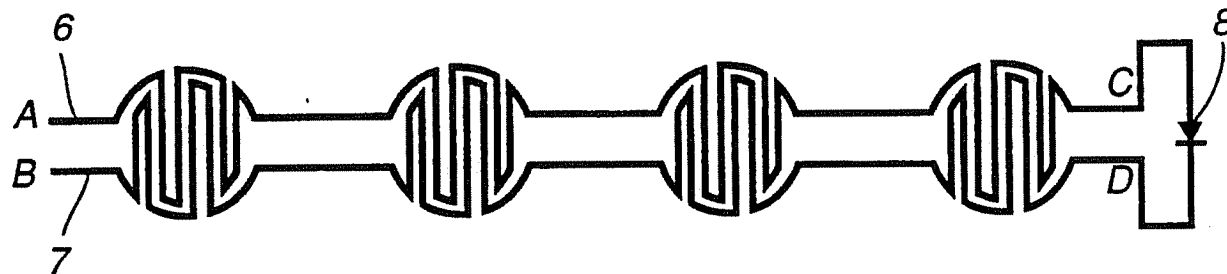
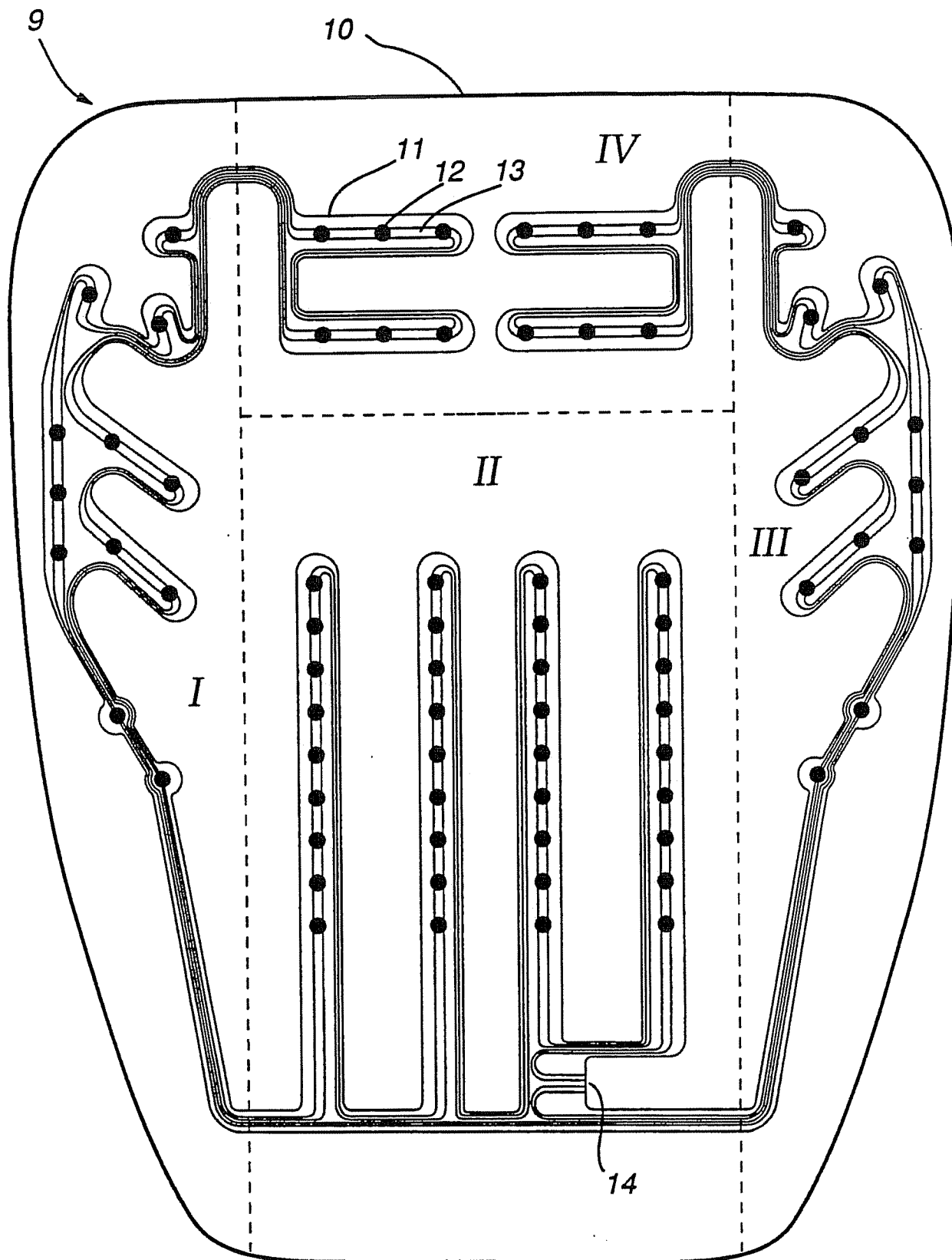
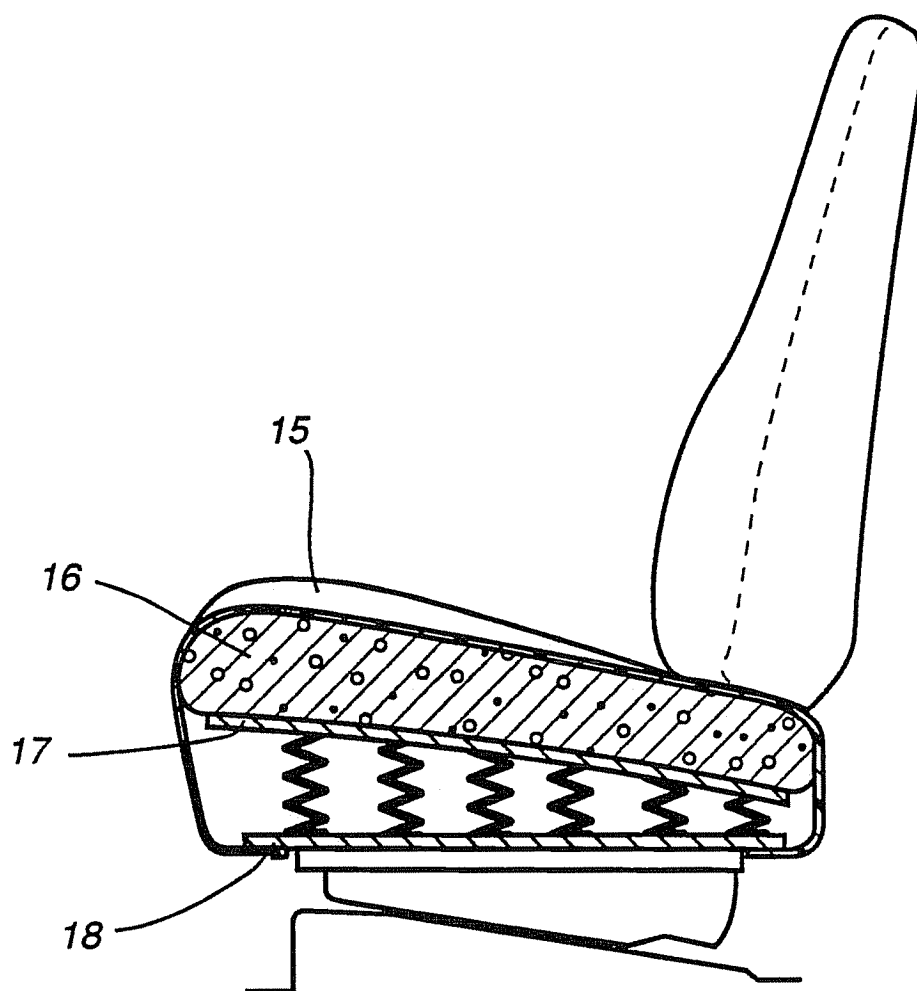


Fig. 4a





*Fig. 4b*



DE4237072C1

**Resistive film pressure sensor**

## Description

5

The invention relates to a resistive film pressure sensor according to the precharacterizing clause of patent Claim 1.

10

A pressure-sensitive resistor of the generic type in the form of a film pressure sensor, which is mass-produced and is used in different variants in many sectors, in particular also in the automobile industry, is already known. This film pressure sensor is also known under the registered trade mark FSR which is the abbreviation for "Force Sensing Resistor".

15

Such a film pressure sensor comprises two polymer layers which have been laminated together, one layer being coated with a semiconductor material and the other being coated with two interdigitated comb-like electrodes. The comb-like structure of the electrodes is realized using thin conductor tracks which branch off from a main section as spur lines, said main section being connected to a connecting point by means of a connecting line. If the film pressure sensor is loaded with pressure, the semiconductor material switches the contact fingers of the electrodes in a more or less parallel manner, whereupon the electrical resistance between the electrodes decreases. A resistance (FSR) which decreases with increasing compressive force and varies in a range of approximately three powers of ten on the basis thereof is thus present between the two connecting points.

20

A similar pressure-dependent analogue converter or switch which likewise uses a semiconductor mixed layer and comb-like electrodes is also disclosed in DE 30 44 384 A1 and is described there in a use in electronic musical instruments. Furthermore, US 5 010 774 discloses a pressure sensor which is composed of a multiplicity of sensor elements and is also used to detect seat occupation. In this case too, the individual sensor elements have a comb-like electrode

25

30

structure.

For safety-critical application, for example the triggering of airbags in motor vehicles, the function of the sensors involved must be regularly checked. This is carried out automatically, for example in a self-test each time the electrical system of the vehicle is switched on.

The previously known film pressure sensors result in disadvantages to the effect that their functionality can be checked only to an insufficient extent or can be checked only with great effort. Although a short circuit or an interruption in a connecting line can be easily detected by measuring the resistance between the two connecting contacts of the film pressure sensor, a line interruption in the region of the interdigitated electrodes influences only the pressure sensitivity and could only be determined with great effort from a deviation from the characteristic response with knowledge of the external force which has been applied. On the other hand, a loss in pressure sensitivity cannot be tolerated in safety-critical applications.

It is an object of the invention to design a film pressure sensor of the generic type in such a manner that it is possible to easily and reliably check the conductor tracks both of the connecting lines and of the comb-like electrodes.

This object is achieved by means of the characterizing features of patent Claim 1.

The film pressure sensor according to the invention advantageously allows the entire length of the conductor tracks, including the region of the electrodes, to be checked for a line interruption or short circuit by measuring the resistance between two of the total of four connecting contacts. An interruption is detected at an arbitrary point during a self-test on account of the fact that the comb structure of the electrodes is designed without branches.

Particular advantageous designs and developments are characterized by the features of the subclaims.

A plurality of exemplary embodiments of the invention are illustrated in the drawing and are described in more detail below. In the drawing:

Fig. 1 shows a first exemplary embodiment of a film pressure sensor according to the invention,

5 Fig. 2 shows a second exemplary embodiment of a film pressure sensor according to the invention,

Fig. 3 shows a connection of the film pressure sensor according to the invention for the purpose of simplified functional testing,

10

Fig. 4a shows an embodiment of a film pressure sensor according to the invention in the form of a sensor mat for a vehicle seat,

Fig. 4b shows a vehicle seat.

15

The illustration of the film pressure sensors in Figs. 1 to 4a is restricted to the line routing of the conductor tracks and does not reproduce the polymer layer, which forms the carrier substrate, and the semiconductor layer in the region of the interdigitated electrodes.

20

Fig. 1 illustrates a first exemplary embodiment of a film pressure sensor according to the invention comprising a single sensor element 1 with four connecting points A, B, C, D. A continuous conductor track 2 extends from the connecting point A to the connecting point C, and a conductor track 3 likewise extends from B to D. The conductor tracks 2, 3 have a meandering course in the pressure-sensitive region of the sensor element 1, the comb-like structures of the two conductor tracks 2, 3 that are formed in this manner engaging in one another, which corresponds to the interdigitated electrodes of the known embodiments.

30

In this exemplary embodiment, as in the following exemplary embodiments, the pressure-sensitive region of a sensor element 1 fills a circular basic area, in anticipation of use when constructing a sensor mat for detecting seat occupation. However, other geometrical shapes are also readily conceivable for the basic area of the pressure-sensitive region.

35

The film pressure sensor according to the invention is fully backward compatible

with the known film pressure sensors since the connecting points A, B of the film pressure sensor according to the invention in Fig. 1 correspond to the two connections of the known embodiments.

5 The function of the film pressure sensor is tested as follows: when testing for a short circuit between the two conductor tracks 2, 3, the pressure-dependent resistance (FSR) between the conductor tracks 2 and 3 is measured by measuring the resistance between the connecting points A and B or C and D. As before, undershooting a particular lower limit indicates a short circuit  
 10 between the conductor tracks 2 and 3. Since the conductor tracks 2 and 3 have a defined resistance, a differing result of a resistance measurement between the connecting points A and C or B and D indicates a fault. If a considerably increased resistance value is measured, this is an indication of a line interruption, while a reduction implies a short circuit between different sections  
 15 of a conductor track.

Fig. 2 shows a second exemplary embodiment which involves stringing together individual sensor elements of the type of the preceding exemplary embodiment. Two successive sensor elements 1, as are illustrated in Fig. 1, are interlinked in  
 20 such a manner that the connecting contacts C and D of one sensor element are connected to the connections A and B of a subsequent sensor element. This results, in Fig. 2, in two continuous conductor tracks 4 and 5 which do not have any branches and in which the electronic comb-like conductor track sections of the individual sensor elements are connected in series, while the respective  
 25 pressure-sensitive resistors (FSR) which are present between two opposite electronic conductor track sections are connected in parallel.

In the same manner as in the first exemplary embodiment, the film pressure sensor in Fig. 2 can be checked by measuring the resistance between two of  
 30 the four connecting points A, B, C, D. In addition, it is possible to use the measured resistance values to roughly locate a line interruption if the individual resistances of the sensor elements 1.1 to 1.4 under identical external conditions are known. If, for example, one conductor track 4 is interrupted between the sensor elements 1.3 and 1.4, the measured resistance between the connecting  
 35 points A and B results from the parallel circuit of the three resistors of the sensor elements 1.1, 1.2, 1.3 and the measured resistance between the connecting points C and D results solely from the resistor of the sensor element

1.4. Conversely, the corresponding fault diagnosis can also be made for any measured resistance between the connecting points A and B and C and D.

5 Fig. 3 shows a film pressure sensor in which the connecting points C and D are conductively connected for a current direction by means of a diode 8. A test voltage ( $> 0.7 \text{ V}$ ), the polarity of which can be reversed, at the connecting points A and B can be used to measure the total line resistance of the conductor tracks 6 and 7 and analyse it for possible faults with a polarity in the case of which the diode 8 conducts. If the diode 8 is blocked as a result of the polarity of  
10 the test voltage, the pressure-sensitive FSR resistors which are connected in parallel are measured. The diode 8 can be advantageously integrated on the film carrier (not illustrated), thus saving two connecting lines.

15 Fig. 4a illustrates a film pressure sensor which is in the form of a sensor mat 9 for detecting seat occupation for a vehicle seat. A number of sensor elements 12 of the same type as the sensor element 1 in Fig. 1 are situated on a common film carrier 11 inside the seat contour 10, the sensor elements 12 being interlinked in accordance with the principle of the exemplary embodiment in Fig. 2.

20 In order to obtain continuous line routing without branches in conjunction with the most uniform possible distribution of the sensor elements 12 over the entire seat area, the sensor elements 12 are arranged along a dual ring line 13 which is routed in loops, a plurality of sensor elements 12 respectively being combined  
25 in the form of sensor groups which project into the seat area in the manner of webs.

The use of child seats with a very small specific surface loading must be taken into account in the central seat region II, which is why the sensor elements 12  
30 are arranged at shorter distances from one another than in the front seat region IV and in the region of the side cheeks I and III.

On account of the upwardly curved structure of the side cheeks I and III, torsional forces occur as a result of the covering operation. Since these forces  
35 must not be transmitted to the sensor element, the sensor element 12 should ideally be configured in the form of a point.

On the other hand, the sensor elements 12 must also be sufficiently large for sufficient sensitivity to be ensured in the normal direction when the seat is occupied. In practice, a circular sensor element 12 with a diameter of approximately 10 mm has proved successful.

5

The start and end of the dual ring line 13 are connected to connecting contacts 14 which, when viewed from top to bottom, correspond to the connecting points A, B, C, D of the exemplary embodiment in Fig. 2.

10 A resistance measurement between the connecting points A and B or 3 and 4 results in the statement "seat occupied" or "seat unoccupied", the dynamic range of the sensor mat being between 500 ohm and 30 megaohm. Resistances below approximately 500 ohm indicate a short circuit between two  
15 opposite electrodes or between two connecting lines and can thus be diagnosed as faults. In addition, faults which are based on an interruption in the conductor tracks can also be detected, as in the preceding exemplary embodiments, by resistance measurements between the contacts A and C and B and D. The sensor mat 9 can therefore be clearly tested for all fault states. In the event of a fault message, a superordinate control unit can take measures to  
20 switch the safety system to a safe operating state, for example triggering of a passenger airbag that is independent of seat occupation.

The large free areas which are not filled by the film carrier 11 allow sufficient air and moisture exchange between the seat surface and the underside of the seat  
25 and thus enable a comfortable seat climate.

Fig. 4b shows a cross section through the seat cushion of the vehicle seat. The sensor mat may be arranged a) between the cover 15 and the rubberized hair mat 16, b) inside the rubberized hair mat 16, c) between the rubberized hair mat  
30 16 and the spring frame 17 or d) directly above the seat shell 18.

On account of its high level of sensitivity, the sensor mat 9 may be arranged inside the seat clearly below the seat surface and thus below a seat heater which may be provided. This makes it possible for the seat heater to be  
35 arranged as close to the seat surface as possible in order to be able to quickly heat the occupant.

## Patent claims:

1. Resistive film pressure sensor, in particular for detecting seat occupation for a vehicle seat, the electrical resistance of which decreases with increasing normal force on the surface of the film, comprising two polymer layers which are laminated together, one polymer layer being coated with a semiconductor material and the other being coated with two conductor tracks which, starting from connecting points, form connecting lines to a spatially delimited pressure-sensitive sensor element, where the conductor tracks are formed into comb-like electrodes which are arranged in interdigitated fashion, **characterized in that** the connecting lines and the electrodes are in the form of continuous conductor tracks (2, 3) without branches, the comb-like structure of the electrodes being achieved using meandering line routing of the conductor tracks (2, 3), with a connecting point at the start (A; B) and end (C; D) of each conductor track for connection of the electrodes at both ends.
2. Resistive film pressure sensor according to Claim 1, characterized in that a plurality of sensor elements (1.1-1.4) are interlinked in such a manner that the conductor track pair of one sensor element is connected in series with the conductor track pair of a following sensor element, as a result of which the pressure-sensitive resistors which are present between the interdigitated electrodes of a sensor element are connected in parallel.
3. Resistive film pressure sensor according to Claim 2, characterized in that the film pressure sensor is in the form of a sensor mat (9) for detecting seat occupation, in particular for vehicle seats,
- the individual sensor elements (12) being circular, with a diameter of approximately 10 mm,
  - the sensor elements (12) forming a meandering dual ring line (13) with the connecting lines in order to distribute the sensor elements (12) over the sensor mat (9) so as to cover the area,
  - the sensor elements (12) being combined in the central seat region (II) to form sensor groups which project into the seat region in the form of webs, and the sensor elements (12) being at shorter mutual distances from one another in the central seat region (II) than in the other seat regions in order to achieve a higher level of sensitivity.



4. Resistive film pressure sensor according to Claim 1, characterized in that the ends (C, D) of the two conductor tracks (6, 7) are connected to one another by means of a diode (8).

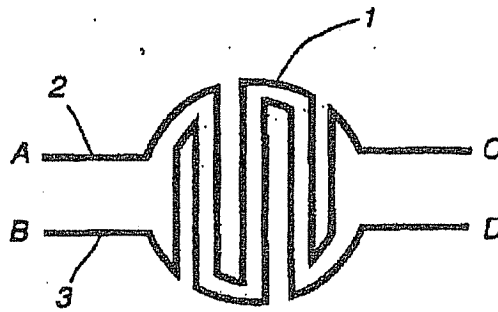
## Abstract

### Resistive film pressure sensor

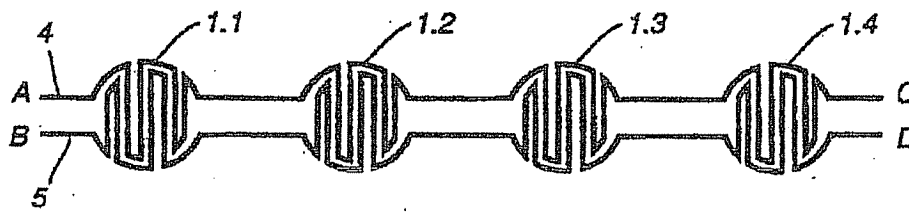
The invention relates to a resistive film pressure sensor, in particular for detecting seat occupation for a vehicle seat (sensor mat). The film pressure sensor comprises two polymer layers which are laminated together, one polymer layer being coated with a semiconductor material and the other being coated with two conductor tracks which, inside a spatially delimited pressure-sensitive region, are formed into comb-like electrodes which are arranged in interdigitated fashion. The disadvantage of the known embodiment is that a conductor track interruption which restricts function cannot be detected using simple means. The invention proposes configuring the electrodes in the form of continuous conductor tracks without branches, the comb-like structure of the electrodes being achieved using meandering line routing of the conductor tracks. This makes it possible to use a simple resistance measurement between connecting points of an electrode at both ends to check whether the conductor track has been interrupted.

3 pages of accompanying drawings

*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 3*

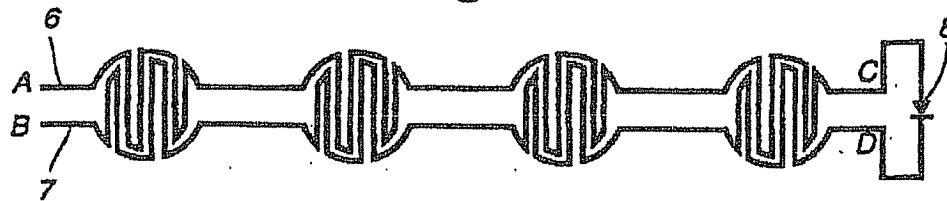
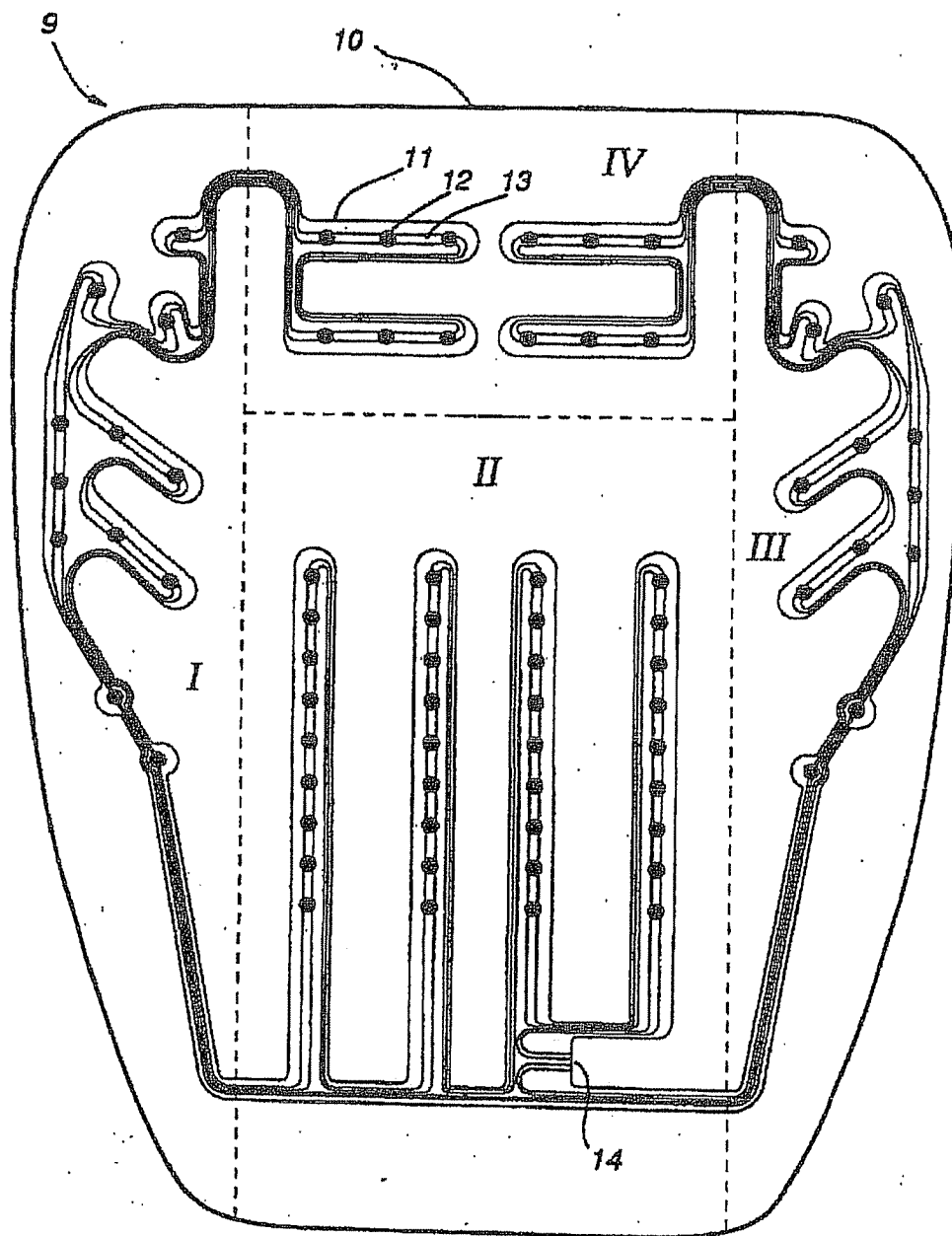


Fig. 4a



*Fig. 4b*

